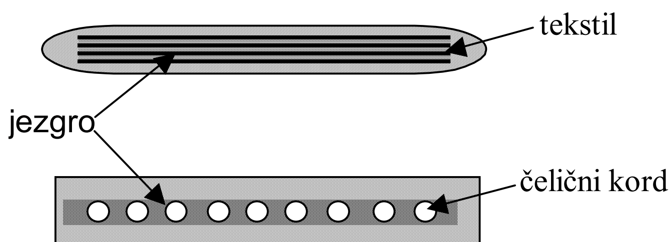
TRAKASTI TRANSPORTERI

TRAKA
Traka obavlja i noseću i vučnu funkciju, a u ukupnoj ceni transportera učestvuje sa 25-35%.

1.Gumena (plastična) traka je najrasprostranjenija vrsta, pri čemu ne postoji bitnija razlika u konstrukciji između gumenih i plastičnih traka, sem u materijalu od kojeg su napravljene i u prečnicima bubnjeva, koji su manji za 10%-20% u slučaju plastičnih traka.
Konstrukcija gumenih traka:
-**omotač**, čija debljina na nosećoj strani iznosi od 2-6mm, a na kliznoj od 1-3mm
-**jezgro**, koje se može sastojati ili od tekstilnih uložaka ili od čeličnog korda.
Jezgro od tekstilnih uložaka je od prirodnih ili sintetičkih materjala. Zatezna čvrstoća se kreće od 50-100 N/mm u slučaju pamučnih uložaka, pa do oko 630 N/mm u slučaju sintetičkih vlakana (sa tim da kod kevlara može dostići i 3600 N/mm). Broj tekstilnih uložaka se kreće od 3 do 14.
Jezgro od čeličnog korda se sastoji od većeg broja paralelno postavljenih čeličnih užadi sa zateznom čvrstoćom koja može dostići do 10000 N/mm.
Širina gumenih traka varira od 300 do 3200mm, dok se širina plastičnih traka kreće od 200 do 4500mm.



2.Čelična traka se pravi od hladno valjanog čelika uz primenu različitih metoda oplemenjivanja (glatka traka i traka presvučena gumom).
Standardna širina ovih traka se kreće u granicama od 200 do 1500mm (u procesnoj industriji i do 4500mm), dok im je debljina od 0,4 do 1,4mm (2mm).
Brzina kretanja ovakvih traka je do 2m/s.
Čelična traka se primenjuje pri transportu minerala, koksa, šljake, vrelih predmeta, u hemiskoj industriji, u protočnoj proizvodnji...

3.Traka od pletene žice se izrađuje od Simens-Martinovog i od legiranih čelika. Trake od Simens-Martinovog čelika se, u zavisnosti od postojanja uslova za koroziju, proizvode ili kao blanko ili kao galvanizirane.
Ove trake ne mogu da obezbede formiranje trouglastog i koritastog profila, ali zato obezbeđuju lako formiranje spiralnih transportera i omogućavaju savlađavanje nagiba do maksimalno 40˚.
Zatezna čvrstoća se kreće do 2000 N/mm a brzina je do 5 m/s.
Ovakva traka se najčešće primenjuje u procesima gde se predmeti rada karakterišu visokom temperaturom (industrija keramike, stakla, kovačnice, pečenje, sušenje, oplemenjivanje, hlađenje).

Težina trake se računa preko empirijske formule

$$q_0 = (250 \div 350) \cdot B \quad [N/m]$$

Širina trake se za zadati kapacitet u slučaju ***rasutog tereta*** određuje preko sledećih obrazaca:
ravna traka

$$B_r = \frac{1}{0.9}\left(\sqrt{\frac{Q_{tr}}{240 \cdot v \cdot k_\delta \cdot \gamma_m \cdot \psi_P}} + 0.05\right)[m]$$

trapezni profil trake

$$B_k = \frac{1}{0.9}\left(\sqrt{\frac{Q_{tkr}}{465 \cdot v \cdot k_\delta \cdot \gamma_m \cdot \psi_P}} + 0.05\right)[m]$$

U slučaju rasutog tereta sa krupnim komadima (nesortiran) širina trake treba da bude u funkciji najveće stranice komada (a_{max}).
$B \geq 3a_{max} + 0,2$ [m]

U slučaju ***komadnog tereta*** širina trake treba da bude
$B = a_{max} + 0,2$ [m]

VALJCI
Osnovna funkcija valjaka je da nose traku i teret, a pored toga određuju i oblik profila trake.U ukupnoj ceni transportera učestvuju do 25%, a tehnički vek im je, u zavisnosti od uslova rada, od 4 do 6 godina.

Rastojanje između valjaka je prvenstveno određeno ugibom trake, tj. najvećim uleganjem između dva susedna valjka, jer što je ugib veći veća je potrošnja energije, habanje trake, itd. Relativni ugib se računa prema obrascu

$$\frac{h_{o/n}}{l_{o/n}} \leq 0.5 \div 2\%$$

Kod izvedenih postrojenja rastojanja valjaka u opterećenoj grani (l_o) se kreću u sledećim granicama:

Vrsta robe		Rastojanje
Rasuta	Ravna traka	1,5m do 2,5 m
	Koritasta traka	0,8m do 1,8 m
Komadna	$G_P \leq 250N$	1m do 1,4m
	$G_P > 250N$	$a_{max}/2$

Sa tim da je rastojanje u neopterećenoj grani (l_n) duplo veće od rastojanja u opterećenoj grani.

KAPACITET

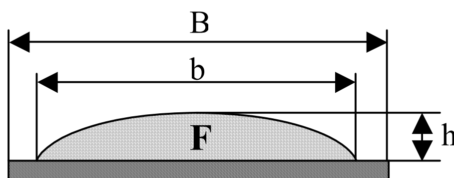
$$Q_K = 3600 \cdot \frac{v}{l} \quad [kom/h]$$
$$Q_T = 3600 \cdot G_P \cdot \frac{v}{l} \quad [kN/h]$$
KOMADNA ROBA

$$Q_V = 3600 \cdot F_m \cdot v \quad [m^3/h]$$
$$Q_T = 3600 \cdot F_m \cdot v \cdot \gamma_m \quad [kN/h]$$
RASUTA ROBA

Površina preseka materijala F_m se aproksimira pomoću tri metode:
1) kao površina paraboličkog odsečka (metoda Hanfstengela)
2) kao površina trougla upisanog u kružni odsečak (DIN norme, metoda Štimelena)
3) kao površina slobodno formiranog trougla

1) **ravna traka**

$$F_r = \frac{2}{3} b \cdot h \quad [m^2]$$
$$b = 0.9B - 0.05 \quad [m]$$
$$h = b/12 \quad [m]$$

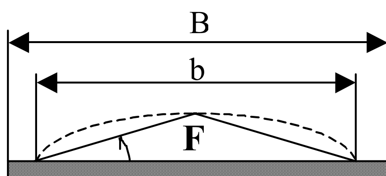


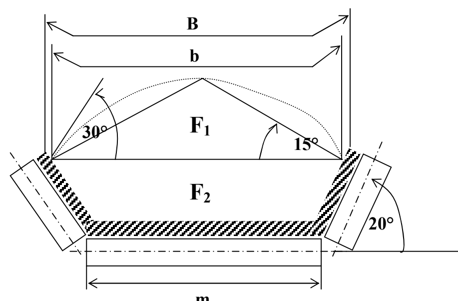
koritasta (trapezna) traka

F_k je duplo veće od F_r

$$F_k = \frac{(0.9B - 0.05)^2}{9} \quad [m^2]$$

2)





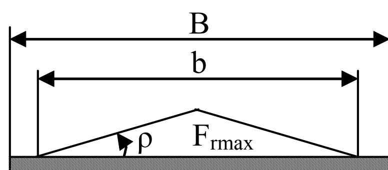
$$Q_{tr} = 240 \cdot v \cdot k_\delta \cdot \psi_p \cdot \gamma_m \cdot (0.9B - 0.05)^2 \quad [kN/h]$$

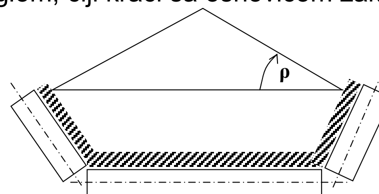
$$Q_{tk} = 465 \cdot v \cdot k_\delta \cdot \psi_p \cdot \gamma_m \cdot (0.9B - 0.05)^2 \quad [kN/h]$$

pri čemu su:
v – brzina kretanja trake
k_δ – koeficijent koji koriguje kapacitet u zavisnosti od nagiba transportera (veći nagib → manji kapacitet). Pri spuštanju i kretanju po horizontalnoj putanji se uzima da je 1.
ψ_p – koeficijent iskorišćenja preseka
γ_m – nasipna težina robe
B – širina trake

Ova metoda se pokazala kao dobra u slučaju transportovanja materijala sa malim uglom prirodnog nagiba u pokretu (velik broj materijala ima ovu osobinu).

3)Površina se aproksimira slobodno formiranim jednakokrakim trouglom, čiji kraci sa osnovicom zaklapaju ugao ρ.





$$F_r = F_{r\max} \cdot \psi_p$$

$$F_{r\max} = \frac{b^2}{4} tg\rho \quad [m^2]$$

Za koritastu traku F_{rmax} se računa tako što se na površinu profila trake doda jednakokraki trougao formiran na širini trake (slika).
Metod je tačan, ukoliko je ψ_p tačno. Međutim, kako u realnim situacijama ψ_p može značajno da varira, to ni ovaj metod nije ništa tačniji od prethodnih aproksimacija.

ODREĐIVANJE SNAGE ZA POGON

Za određivanje snage za pogon koriste se tri metode:
1. metoda jedinstvenih koeficijenata otpora
2. metoda pojedinačnih otpora
3. metoda specifične energije (koristi se samo za preliminarnu analizu i neće biti rađena)

Jedinstveni koeficijent otpora
Snaga potrebna za pogon transportera se sastoji iz sledećih parcijalnih komponenti:
1. snaga potrebna za pogon neopterećenog transportera

$$N_L = \frac{C \cdot f \cdot L \cdot v \cdot (q_{m1} + q_{m2}) \cdot \cos\delta}{1000} \quad [kW]$$

pri čemu je:

C – korektivni faktor koji obuhvata: otpore inercije, otpor trenja na utovarnom uređaju, otpor savijanja trake na utovarnom uređaju, otpor savijanja trake na bubnjevima, otpor na ukošenim bubnjevima, otpor uređaja za čišćenje trake itd.
C=f(L) i dobija se iz tabele

L (m)	C	L (m)	C	L (m)	C	L (m)	C	L (m)	C	L (m)	C	L (m)	C
<4	9	8	5.1	20	3.2	50	2.2	125	1.64	320	1.29	800	1.12
4	7.6	10	4.5	25	2.9	63	2	160	1.53	400	1.23	1000	1.10
5	6.6	12.5	4	32	2.6	80	1.85	200	1.45	500	1.19	1250	1.08
6	5.9	16	3.6	40	2.4	100	1.84	250	1.37	630	1.15		

f – koeficijent ukupnih otpora u nosećim valjcima i ležajevima bubnjeva i otpor utiskivanja trake, pri čemu,u zavisnosti od uslova rada, može da ima različite vrednosti

f = 0,017 za dobre uslove rada
f = 0,025 za srednje uslove rada
f = 0,025÷0,1 za loše uslove rada

- ***L*** – dužina segmenta transportera za koji se računa snaga
- ***v*** – brzina kretanja trake transportera

- q_{m1} – zbirna težina rotirajućih delova valjaka

$$q_{m1}=q_{ro}+q_{rn}$$

- q_{m2} – težina trake u obe grane

$$q_{m2}=2q_0$$

- δ – ugao transportera ili njegovog segmenta u odnosu na horizontalu

2. snaga potrebna za prenošenje tereta

$$N_Q = \frac{C \cdot f \cdot L \cdot Q_t \cdot \cos\delta}{3600} \quad [kW]$$

   - Q_t – težinski transportni kapacitet (u KN/h)

3. snaga potrebna za podizanje tereta (savlađivanje visinske razlike)

$$N_H = \pm\frac{Q_t \cdot H}{3600} \quad [kW]$$

   - H - visina na koju se diže teret

4. snaga potrebna za savlađivanje dodatnih otpora

$$N_Z \quad [kW]$$

Širina trake	N_Z
B≤500mm	0,75 kW
B≤1000mm	1,5 kW
B>1000mm	2÷3 kW

$$N_{CD}=N_L+N_Q+N_H+N_Z$$

$$N_{CM} = \frac{N_{CD}}{\eta_P} \quad [kW]$$

Pojedinačni otpori

Metoda se zasniva na tome da obimna sila koja treba da se prenese na traku treba da bude veća ili jednaka sumi svih otpora, koji se javljaju duž transportera.

$$P_d = S_n - S_s \geq \sum_{i=1}^{n} W_i \quad [kN]$$

1. Otpor rotiranja valjaka i utiskivanja u traku

Opterećena grana

$$W_{GO} = (q_t + q_o + q_{ro}) \cdot w_r \cdot L_{(n)} \cdot \cos\delta \qquad [N]$$

Neopterećena grana

$$W_{GN} = (q_o + q_{rn}) \cdot w_r \cdot L_{(n)} \cdot \cos\delta \qquad [N]$$

q_t – podužna težina matrijala [N/m]

q_o – težina trake [N/m]

q_{ro} – redukovana težina valjaka u opterećenoj grani [N/m]

w_r – koeficijent otpora

USLOVI RADA	RAVNA TRAKA	PROFILISANA TRAKA
Zatvoren suv prostor bez prašine	0.018	0.02
Zatvoren zagrejan prostor sa normalnom vlažnošću i malim količinama abrazivne prašine	0.022	0.025
Prenosni transporteri sa dobrim uslovima rada	0.03	0.03
Hladan zatvoren prostor sa povećanom vlažnošću i otvoren prostor sa većom količinom abrazivne površine	0.035	0.04

$L_{(n)}$ – dužina dela trensportera sa homogenim otporima

δ - ugao nagiba transportera na deonici sa homogenim otporima [º]

2. Otpor pri podizanju i spuštanju

Opterećena grana

$$W_{DO} = \pm(q_t + q_o) \cdot H \qquad [N]$$

Neopterećena grana

$$W_{DN} = \mp q_o \cdot H \qquad [N]$$

H – visina na koju se diže (sa koje se spušta) teret na deonici sa homogenim otporima

3. Otpor prelaska trake preko bubnja i otpor na mestima promene pravca kretanja trake

Skretanje trake u konveksnoj krivini se realizuje preko bubnja

$S_s = S_n \cdot K$

OBUHVATNI UGAO α[º]	VREDNOST KOEFICIJENTA
180	1.05-1.06
90	1.03-1.04
<90	1.02-1.03

Skretanje trake u konveksnoj krivini se realizuje preko baterije valjaka

$$S_s = S_n \cdot e^{w_r \cdot \alpha_1}$$

α_1 – obuhvatni ugao baterije valjaka [rad]

4. Otpor na mestu istovara štitnim skretačem

$$W_{IS} = C_{u2} \cdot q_t \cdot B \qquad [N]$$

C_{u2} – koeficijent otpora

C_{u2}=2.7-3.6

B – širina trake [m]

5. Otpor na mestu istovara pomoću izbacivača sa bubnjevima

$$S_s = (S_n + q_t \cdot h_2) \cdot K^2$$

h_2 – visina na koju se diže metrijal radi istovara izbacivačem sa bubnjevima

6. Otpor na mestu utovara

$$W_U = C_{u1} \cdot \frac{Q_t}{3,6 \cdot g} \cdot (v - v_0) \qquad [N]$$

7. Otpor na mestu čišćenja trake

$$W_{BR} = p_{BR} \cdot A_{BR} \cdot \mu_{BR} \qquad [N]$$

8. Otpor na mestu zakošavanja valjaka radi usmeravanja trake

Slog od tri valjka u opterećenoj grani

$$W_{ZT} = L_U \cdot C_\psi \cdot \mu_S \cdot (q_0 + q_t) \cdot \cos\delta \cdot \cos\psi_S$$

Slog od dva valjka u neopterećenoj grani

$$W_{ZD} = L_U \cdot \mu_s \cdot q_0 \cdot \cos\lambda \cdot \sin\psi_S$$

$$P_d = S_n - S_s \geq \sum_{i=1}^{n} W_i \qquad [N]$$

$$N_{CM} = \frac{P_d \cdot v}{1000 \cdot \eta_p} \qquad [kN]$$

P_d – obimna sila koja treba da se prenese sa pogonskog bubnja na traku

S_n – sila u nailaznoj tački na pogonskom bubnju

S_s – sila u silaznoj tački sa pogonskog bubnja

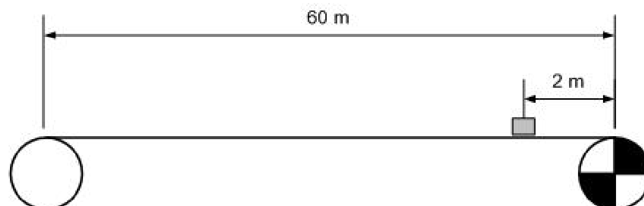
v – brzina kretanja trake

η_p – stepen iskorišćenja snage motora

N_{CM} – snaga pogonskog motora

Zadatak 1. Horizontalni trakasti transporter namenjen je transportu komadnog tereta dimenzija 0.4x0.1x0.2 m i težine 250N. Transporter je dužine 60m, a istovar se realizuje štitnim skretačem postavljenim 2m od kraja transportera. Odrediti snagu transportera i maksimalnu silu u traci, ukoliko je:

- rastojanje između jedinica tereta l=1m,
- težina valjaka G_v=35N,
- koeficijent trenja trake i doboša μ=0.3-0.4 i
- transportni kapacitet trake Q_k=3000 kom/h
- trakasti transporter radi u dobrim uslovima rada
- iskorišćenje snage motora na vratilu pogonskog bubnja je 0.85



Rešenje:

OSNOVNI PARAMETRI TRANSPORTERA

$$Q_k = 3000\ kom/h$$

$$Q_k = 3600 \cdot \frac{v}{l} \quad \Rightarrow \quad v = \frac{Q_k \cdot l}{3600} = \frac{3000\ kom/h \cdot 1m}{3600} = 0.833\ m/s$$

Uslov koji mora da bude zadovoljen u slučaju kada se transportuje komadna roba protočnim linijama je v≤1.31 m/s, i u ovom slučaju je on zadovoljen.

Težina tereta po dužnom metru je

$$q_t = \frac{G}{l} = \frac{250N}{1m} = 250\ N/m$$

Širina trake za slučaj transporta komadne robe je

$$B = a_{max} + 0.2m = 0.4m + 0.2m = 0.6m$$

Težina trake za definisanu širinu trake

$$q_0 = (250 \div 350) \cdot B = 300 \cdot 0.6 = 180\ N/m$$

Za datu težinu tereta za rastojanje između valjaka se u opterećenoj grani usvaja 1m,

$$l_o = 1m$$

$$l_n = 2 \cdot l_o = 2m$$

Redukovana (svedena) težina valjaka u opterećenoj i neopterećenoj grani transporetra je

$$q_{ro} = \frac{G_v}{l_o} = \frac{35N}{1m} = 35\ N/m$$

$$q_{rn} = \frac{G_v}{l_n} = \frac{35N}{2m} = 17.5\ N/m$$

PRORAČUN SNAGE

Metoda jedinstvenog koeficijenta otpora

$$N_L = \frac{C \cdot f \cdot L \cdot v \cdot (q_{m1} + q_{m2}) \cdot \cos\delta}{1000}$$

C(60) je između vrednosti 2 i 2.2, koje odgovaraju vrednostima C(63) i C(50) respektivno, a tačnu vrednost dobijamo primenom linearne interpolacije.

$$C(60) = C(63) + \frac{63-60}{63-50} \cdot (C(50) - C(63)) = 2 + \frac{3}{13} \cdot (2.2 - 2) = 2 + 0.4615 = 2.046$$

Za koeficijent ukupnih otpora, obzirom na dobre uslove rada, usvajamo f=0.017

$$q_{m1} = q_{ro} + q_{rn} = 35\ N/m + 17.5\ N/m = 52.5\ N/m$$

$$q_{m2} = 2 \cdot q_o = 2 \cdot 180\ N/m = 360\ N/m$$

$$N_L = \frac{2.046 \cdot 0.017 \cdot 60m \cdot 0.833 \, m/s \cdot (52.5 \, N/m + 360 \, N/m) \cdot \cos 0^\circ}{1000} = 0.72 \quad [kW]$$

$$N_Q = \frac{C \cdot f \cdot L \cdot Q_t \cdot \cos\delta}{3600}$$

$$Q_t = Q_k \cdot G = 3000 \, kom/h \cdot 250N = 750000 \, N/h$$

$$N_Q = \frac{2.046 \cdot 0.017 \cdot 58m \cdot 750000 \, N/h \cdot \cos 0^\circ}{3600} = 0.42 \qquad [kW]$$

$$N_H = \pm \frac{Q_t \cdot H}{3600} = 0$$

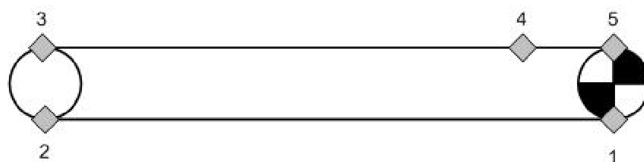
Zbog širine trake od 600mm usvajamo da nam je snaga potrebna za savlađivanje dodatnih otpora

$N_Z = 1.5 \qquad [kW]$

$$N_{CD} = N_L + N_Q + N_H + N_Z = 0.72 + 0.42 + 0 + 1.5 = 2.64 \qquad [kW]$$

$$N_{CM} = \frac{N_{CD}}{\eta} = \frac{2.64kW}{0.85} = 3.1 \quad \cong 3.5 \quad [kW]$$

Metoda pojedinačnih otpora



Na slici su predstavljeni delovi transportera na kojima se pojavljuju homogeni otpori.
Silu koja se javlja u tački silaza trake sa pogonskog bubnja označićemo sa S_1.

$S_1 = S_S$

Sila u tački 2 je jednaka zbiru sile iz tačke 1 i otpora koji postoje na deonici od tačke 1 do tačke 2.

$S_2 = S_1 + W_{1\to2}$

Jedini otpor koji se javlja na delu transportera od tačke 1 do tačke 2 je otpor rotiranja valjaka i utiskivanja u traku W_{GN}, tako da je

$$W_{1\to2} = W_{GN} = (q_o + q_m) \cdot w_r \cdot L_{(n)} \cdot \cos\delta = (180 \, N/m + 17.5 \, N/m) \cdot 0.03 \cdot 60m \cdot \cos 0^\circ = 355.5 \qquad [m],$$

pri čemu smo za koeficijent otpora w_r usvojili vrednost od 0.03 jer se radi o ravnoj traci i o dobrim uslovima rada.
Tako da je sila u tački 2

$S_2 = S_1 + 355.5 \qquad [N]$

Između tačke 2 i tačke 3 na transporteru se javlja samo otpor prelaska trake preko bubnja, pa je

$S_3 = S_2 \cdot K$

a, obzirom da se radi o obuhvatnom uglu od 180° za koeficijent K usvajamo vrednost od 1.05, tako da je

$S_3 = 1.05 \cdot S_2 = 1.05 S_1 + 373.26 \qquad [N]$

Sila koja se javlja u tački 4 je jednaka zbiru sile iz tačke 3 transportera i otpora koji se javljaju između tačke 3 i 4 transportera. U ovom slučaju između tačaka 3 i 4 se pored otpora rotiranja valjaka i utiskivanja u traku u opterećenoj grani transportera javlja i otpor koji je posledica istovara tereta štitnim skretačem u tački 4.

$W_{3\to4} = W_{GO} + W_{IS}$

$$W_{GO} = (q_o + q_{ro} + q_t) \cdot w_r \cdot L_{3\to4} \cdot \cos\delta = (180 \, N/m + 35 \, N/m + 250 \, N/m) \cdot 0.03 \cdot 58 \cdot 1 = 809.1 \qquad [N]$$

$$W_{IS} = C_{u2} \cdot q_t \cdot B = 3 \cdot 250 \, N/m \cdot 0.6m = 450 \qquad [N]$$

pri čemu je za C_{u2} uzeta vrednost 3

$W_{3\to4} = 809.1 + 450 = 1259.1 \qquad [N]$

$$S_4 = S_3 + W_{3\to4} = 1.05 S_1 + 373.26 + 1259.1 = 1.05 S_1 + 1632.36 \qquad [N]$$

Između tačaka 4 i 5 transportera jedini otpor koji se pojavljuje je otpor rotiranja valjaka i utiskivanja u traku u opterećenoj grani transportera, pri čemu u proračun nećemo uzimati teret jer je posmatrana deonica iza istovarivača sa štitnim skretačem. Na taj način je

$$W_{4\to5} = (q_o + q_{ro}) \cdot w_r \cdot L_{4\to5} \cdot \cos\delta = (180 \, N/m + 35 \, N/m) \cdot 0.03 \cdot 2m \cdot 1 = 12.9 \qquad [N]$$

$$S_5 = S_4 + W_{4\to5} = 1.05 S_1 + 1632.36 + 12.9 = 1.05 S_1 + 1645.26 \qquad [N]$$

Prema Ejtelvajnovom uslovu maksimalna sila koja može da se prenese traci trakastog transportera je određena relacijom

$\frac{S_n}{S_s} = e^{\mu \cdot \alpha}$, odnosno u našem slučaju $\frac{S_5}{S_1} = e^{0.35 \cdot \pi} \quad \Rightarrow \quad S_5 \cong 3\ S_1$

Sada iz sistema od dve jednačine sa dve nepoznate lako izračunavamo vrednosti za S_1 i S_2.

$S_5 = 1.05\, S_1 + 1645.26$

$S_5 = 3\ S_1$

$1.95\, S_1 = 1645.26\ N \quad \Rightarrow \quad S_1 = 843.72 N \cong 844 \qquad [N]$

$S_5 = 3 \cdot S_1 = 2531.16 \cong 2532 \qquad [N]$

Sila koju je potrebno preneti traci preko pogonskog bubnja je

$P_d = S_5 - S_1 + W_{pog}$

pri čemu je W_{pog} otpor koji se javlja na pogonskom bubnju i dobija se kao $0.05(S_n+S_s)$. Tako da je

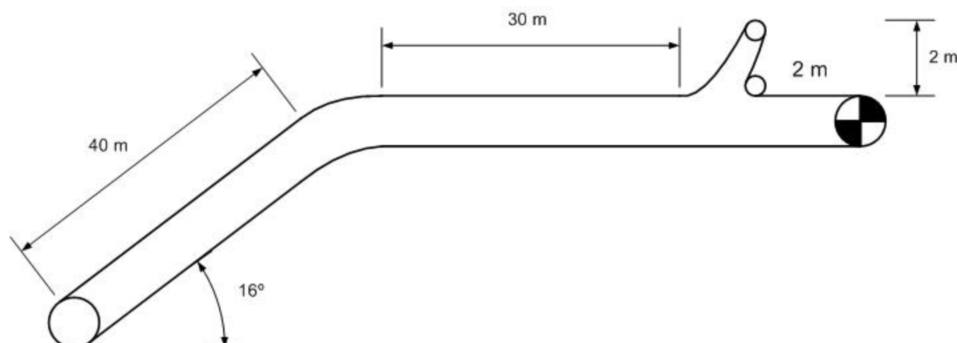
$P_d = 2532 - 844 + 0.05 \cdot (2532 + 844) = 1856.8 \qquad [N]$

Potrebna snaga motora je

$$N_{CM} = \frac{P_d \cdot v}{1000 \cdot \eta} = \frac{1856.8 N \cdot 0.833\ m/s}{1000 \cdot 0.85} = 1.82 \cong 2 \qquad [kW]$$

Iz dobijenih rezultata vidimo da je najveća sila koja se javlja u traci S_5=2532 N, a da je snaga motora potrebna za pogon transportera dobijena metodom pojedinačnih otpora 2kW, i metodom jedinstvenog koeficijenta 3.5 kW.

ZADATAK 2. Za realizaciju transporta robe do bunkera potrebno je projektovati trakasti transporter čija trasa je prikazana na slici.



Godišnja količina uglja koju je potrebno transportovati iznosi 10 000 000 kN. Transporter radi u dve smene od po 8h, broj radnih dana je 300, za koeficijent dnevne neravnomernosti uzeti 25%. Ako je:

- težina valjaka Gv = 40N
- koeficijent otpora $w_r = 0.035$
- nasipna zapreminska težina uglja $\gamma_m = 7.5\, kN/m^3$
- ugao prirodnog nagiba materijala u pokretu $\rho = 15^\circ$
- stepen popunjenosti preseka površine materijala na traci $\psi_p = 0.75$
- zavisnost kapaciteta transportera u odnosu na nagib $k_\delta = 0.89$
- gubici u toku radnog vremena $\varphi = 0.15$
- stepen iskorišćenja pogonskog motora $\eta = 0.85$
- koeficijent trenja između trake i doboša $\mu = 0.3 - 0.4$
- transporter radi u prosečnim uslovima eksploatacije

izračunati snagu potrebnu za pogon transportera.

Rešenje:

OSNOVNI PARAMETRI TRANSPORTERA

$$Q_t = \frac{Q_{god}}{N_{sm} \cdot N_{rad} \cdot \tau \cdot (1-\varphi)} \cdot \alpha = \frac{10000000kN}{2 \cdot 300 \cdot 8h \cdot (1-0.15)} \cdot 1.25 = \frac{10000000kN}{4080h} \cdot 1.25 \cong 3064\, kN/h$$

Širinu trake dobićemo iz formule za kapacitet trakastog transportera u slučaju koritaste trake

$$Q_t = 465 \cdot v \cdot k_\delta \cdot \psi_p \cdot \gamma_m \cdot (0.9B - 0.05)^2 \qquad [kN/h] \quad \Rightarrow \quad B = \frac{\sqrt{\dfrac{Q_t}{465 \cdot v \cdot k_\delta \cdot \psi_p \cdot \gamma_m}} + 0.05m}{0.9} \qquad [m]$$

Obzirom da se istovar robe sa transportera vrši preko istovarivača sa bubnjevima brzina trake mora da bude manja od 2.65 m/s, pa ćemo usvojiti da je 2.5 m/s.

$$v = 2.5\, m/s \quad \Rightarrow \quad B = \frac{\sqrt{\dfrac{3064\, kN/h}{465 \cdot 2.5\, m/s \cdot 0.89 \cdot 0.75 \cdot 7.5\, kN/m^3}} + 0.05m}{0.9} = \frac{0.728m + 0.05m}{0.9} = \frac{0.778m}{0.9} = 0.864m$$

za širinu trake usvajamo da je B=1m.

Težina trake je

$$q_o = (250 - 350) \cdot B \quad [N/m] \quad \Rightarrow \quad q_o = 300 \cdot 1 = 300\, N/m$$

Rastojanje između valjaka za rasutu robu i koritast profil trake je od 0.8 do 1.8m, pa usvajamo da je u opterećenoj grani rastojanje između valjaka l_0=1.3m, a l_n=2l_o=2.6m.

Redukovana (svedena) težina valjaka po dužnom metru je

$$q_{ro} = \frac{G_v}{l_o} = \frac{40N}{1.3m} \cong 31\, N/m$$

$$q_{rn} = \frac{G_v}{l_n} = \frac{35N}{2m} \cong 15.5\, N/m$$

PRORAČUN SNAGE

Metoda jedinstvenog koeficijenta otpora

$$N_{L(i)} = \frac{C \cdot f \cdot L_{(i)} \cdot v \cdot (q_{m1} + q_{m2}) \cdot \cos\delta}{1000}$$

$$N_{L1} = \frac{C_1 \cdot f \cdot L_1 \cdot v \cdot (q_{m1} + q_{m2}) \cdot \cos\delta_1}{1000}$$

$$N_{L2} = \frac{C_2 \cdot f \cdot L_2 \cdot v \cdot (q_{m1} + q_{m2}) \cdot \cos\delta_2}{1000}$$

$$C = f(L) \qquad C_1 = C(40) = 2.4$$

$$C_2 = C(32) \Rightarrow 2.6$$

Obzirom da se radi o prosečnim uslovima rada usvajamo da je f = 0.025.

$$q_{m1} = q_{ro} + q_{rn} = 31\, N/m + 15.5\, N/m = 46.5\, N/m$$

$$q_{m2} = 2 \cdot q_o = 2 \cdot 300\, N/m = 600\, N/m$$

$$N_{L1} = \frac{2.4 \cdot 0.025 \cdot 40m \cdot 2.5\, m/s \cdot (46.5\, N/m + 600\, N/m) \cdot \cos 16^\circ}{1000} = 3.73 \qquad [kW]$$

$$N_{L2} = \frac{2.6 \cdot 0.025 \cdot 32m \cdot 2.5\, m/s \cdot (46.5\, N/m + 600\, N/m) \cdot \cos 0^\circ}{1000} = 3.36 \qquad [kW]$$

$$N_{Q(i)} = \frac{C_{(i)} \cdot f \cdot L_{(i)} \cdot Q_t \cdot \cos\delta_{(i)}}{3600}$$

$$N_{Q1} = \frac{C_1 \cdot f \cdot L_1 \cdot Q_t \cdot \cos\delta_1}{3600} = \frac{2.4 \cdot 0.025 \cdot 40m \cdot 3064\, kN/h \cdot \cos 16^\circ}{3600} = 1.96 \qquad [kW]$$

$$N_{Q2} = \frac{C_2 \cdot f \cdot L_2 \cdot Q_t \cdot \cos\delta_2}{3600} = \frac{2.6 \cdot 0.025 \cdot 30m \cdot 3064\, kN/h \cdot \cos 0^\circ}{3600} = 1.66 \qquad [kW]$$

$$N_{H(i)} = \frac{Q_t \cdot H_{(i)}}{3600} \quad \Leftrightarrow \quad \frac{Q_t \cdot L_{(i)} \cdot \sin\delta_{(i)}}{3600}$$

$$N_{H1} = \frac{Q_t \cdot H_1}{3600} = \frac{Q_t \cdot L_1 \cdot \sin\delta_1}{3600} = \frac{3064\, kN/h \cdot 40m \cdot \sin 16^\circ}{3600} = 9.38 \qquad [kW]$$

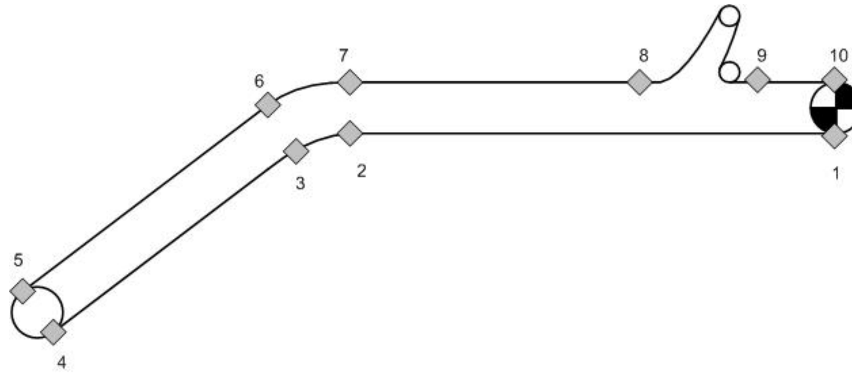
$$N_{H2} = \frac{Q_t \cdot H_2}{3600} = \frac{3064\, kN/h \cdot 2m}{3600} = 1.7 \qquad [kW]$$

Za N_Z usvajamo 1.5 kW jer je B=1m.

$$N_{CD} = N_{L1} + N_{L2} + N_{Q1} + N_{Q2} + N_{H1} + N_{H2} + N_Z = 3.73 + 3.36 + 1.96 + 1.66 + 9.38 + 1.7 + 1.5 = 23.29 \qquad [kW]$$

$$N_{CM} = \frac{N_{CD}}{\eta} = \frac{23.29kW}{0.85} = 27.4kW \cong 28 \qquad [kW]$$

Metoda pojedinačnih otpora



$S_1 = S_s$

$S_2 = S_1 + W_{1\to2}$

$W_{1\to2} = W_{GN} = (q_o + q_{rn}) \cdot w_r \cdot L \cdot \cos\delta = (300\,N/m + 15.5\,N/m) \cdot 0.035 \cdot 32m \cdot \cos 0^\circ = 353.36 \quad [N]$

$S_2 = S_1 + 353.36N$

$S_3 = K \cdot S_2$

Za vrednost koeficijenta K usvajamo 1.03, pa je

$S_3 = 1.03\,S_2 = 1.03\,S_1 + 363.96N$

$S_4 = S_3 + W_{3\to4}$

$W_{3\to4} = W_{GN} + W_{DN}$

$W_{GN} = (q_o + q_{rn}) \cdot w_r \cdot L \cdot \cos\delta = (300\,N/m + 15.5\,N/m) \cdot 0.035 \cdot 40m \cdot \cos 16^\circ = 424.58 \quad [N]$

$W_{DN} = -q_o \cdot H = -q_o \cdot L \cdot \sin\delta = -300\,N/m \cdot 40m \cdot \sin 16^\circ = -3307 \quad [N]$

$W_{3\to4} = 424.58 - 3307 = -2882.42 \quad [N]$

$S_4 = 1.03\,S_1 + 363.96 - 2882.42 = 1.03S_1 - 2518.46 \quad [N]$

$S_5 = K \cdot S_4$

U ovom slučaju za K usvajamo 1.05, pa je

$S_5 = 1.0815 \cdot S_1 - 2644.38N$

$S_6 = S_5 + W_{5\to6}$

$W_{5\to6} = W_{GO} + W_{DO}$

$W_{GO} = (q_o + q_{ro} + q_t) \cdot w_r \cdot L \cdot \cos\delta = (300\,N/m + 31\,N/m + 340.4\,N/m) \cdot 0.035 \cdot 40m \cdot \cos 16^\circ = 903.54 \quad [N]$

Pri čemu je $q_t = \dfrac{Q_t}{3.6 \cdot v} = \dfrac{3064\,kN/h}{3.6 \cdot 2.5\,m/s} = 340.4\,N/m$

$W_{DO} = (q_o + q_t) \cdot H = (q_o + q_t) \cdot L \cdot \sin\delta = (300\,N/m + 340.4\,N/m) \cdot 40m \cdot \sin 16^\circ = 7060.73 \quad [N]$

$W_{5\to6} = 903.54 + 7060.73 = 7964.27 \quad [N]$

$S_6 = 1.0815S_1 - 2644.38 + 7964.27 = 1.0815\,S_1 + 5319.89N$

$S_7 = K \cdot S_6 \overset{K=1.03}{\Rightarrow} S_7 = 1.114\,S_1 + 5479.49 \quad [N]$

$S_8 = S_7 + W_{7\to8}$

$W_{7\to8} = W_{GO} = (q_o + q_{ro} + q_t) \cdot w_r \cdot L \cdot \cos\delta = (300\,N/m + 31\,N/m + 340.4\,N/m) \cdot 0.035 \cdot 30m \cdot \cos 0^\circ = 704.97 \quad [N]$

$S_8 = 1.114\,S_1 + 5479.49 + 704.97 = 1.114\,S_1 + 6184.46 \quad [N]$

$S_9 = (S_8 + q_t \cdot h) \cdot K^2 = (1.114\,S_1 + 6184.46 + 340.4\,N/m \cdot 2m) \cdot 1.05^2$

$S_9 = (1.114\,S_1 + 6865.26) \cdot 1.1025 = 1.23\,S_1 + 7568.95 \quad [N]$

U prethodnom zadatku smo videli da se može uvesti pretpostavka da je $S_{10} \cong S_9$ (jer su otpori koji se javljaju od 9 do 10 zanemarljivi u odnosu na veličinu sile zatezanja koja se javlja u traci), tj. da je

$S_n = S_{10} = 1.23\,S_1 + 7568.95N$

$$\frac{S_n}{S_s} = e^{\mu \cdot \alpha} \quad \Rightarrow \quad S_{10} = S_1 \cdot e^{\mu \cdot \alpha} \cong 3\,S_1$$

$$\left.\begin{array}{l} S_{10} = 1.23 S_1 + 7568.95 \\ S_{10} = 3\,S_1 \end{array}\right\} \quad 1.77\,S_1 = 7568.95 \quad \Rightarrow \quad S_1 = 4276.24 \qquad [N]$$

$$S_{10} = 3 \cdot S_1 = 3 \cdot 4276.95 = 12828.73 \qquad [N]$$

Sila koju je potrebno preneti traci preko pogonskog bubnja je

$$P_d = S_n - S_s + 0.05(S_n + S_s) = S_{10} - S_1 + 0.05 \cdot (S_{10} + S_1)$$

$$P_d = 12828.73 - 4276.27 + 0.05 \cdot (12828.73 + 4276.24) = 9407.7 \qquad [N]$$

Snaga motora potrebna za pogon transportera je

$$N_{CM} = \frac{P_d \cdot v}{1000 \cdot \eta} = \frac{9407.7N \cdot 2.5\, m/s}{1000 \cdot 0.85} = 27.67 \cong 28 \qquad [kW]$$